enerSave
For Municipalities

Saving Energy in Street Lighting

Energy, Mines and Resources Canada
Énergie, Mines et Ressources Canada

7

enerSave
For Municipalities

Saving Energy in Street Lighting

Contents

Introduction

1 Assessing Illumination Requirements 1

2 Selecting An Energy Efficient System 2

Alternative lighting systems: the options 2

3 A Test Case 3

Efficiency 5

Cost effectiveness 5

Public acceptability 5

4 Other Factors 6

Safety 6

Appropriate lighting design 6

5 In Conclusion 6

Sources 7

Appendix

Steps to Take in Reviewing Your Street Lighting System 8

For further information, contact your provincial department of energy or the Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa.

© Minister of Supply and Services Canada 1982
Cat. No. M22-68/1982-7E
ISBN 0-662-11898-7

Saving Energy in Street Lighting

Introduction

As electric power costs rise, street lighting systems are accounting for a greater and greater share of the municipal budget. Recent technological advances have produced sodium lighting systems which can reduce power needs by more than 50%, and improve illumination levels at the same time. Yet the street lighting in most municipalities today is inefficient, outdated and expensive to maintain.

Improving the energy efficiency of street lighting results in dollar savings in direct proportion to the reduction in electrical load. And these savings can be considerable. Using 1978 figures, Ontario Hydro estimates that conversion of existing street lighting to sodium lighting systems would reduce connected load and electrical energy use for street lighting by more than 60% annually in Ontario.

Obviously, sodium lighting now offers municipalities a serious alternative to their street lighting systems. Other types of outdoor lighting (e.g. floodlighting of buildings, parking lots, playfields and recreational areas) are also good candidates for the more efficient sodium sources.

As with many new technologies, however, questions arise about actual performance and suitability. The safety, technical reliability and public acceptability of sodium lighting remain serious considerations for interested municipalities. And assessing the cost effectiveness of the sodium systems means weighing savings on electricity and maintenance against higher installation costs, particularly where still serviceable units are to be replaced.

It is now agreed that sodium lighting is the most efficient lighting source available today, and that where new installations are being considered there is no economic alternative. Where the question is whether or not to replace existing street lighting, however, only a careful review of a municipality's existing system can reveal whether conversion will be cost effective.

This section sets out factors to consider when undertaking this review, discusses alternative light sources and summarizes their relative effectiveness.

1- Assessing Illumination Requirements

It is important to remember that street lighting exists for very fundamental reasons: to facilitate traffic flow, to prevent accidents, and to deter crime and vandalism. Visibility requirements are therefore the most critical factor in designing or converting any street lighting system. Aesthetics may also be an important consideration.

To identify what visibility levels are necessary, a number of factors must be examined. First, the type of road to be lit dictates minimum levels of illumination, reflection and uniformity, termed photometric design criteria. Secondly, the effect of various road and traffic characteristics must be assessed. Called warranting conditions, these factors include road location, traffic volume, speed and capacity, level of service, history of traffic accidents, road geometry and any abnormal conditions such as persistent fog. To aid in the decision-making process, these warrants have been set out with specific figures which, although arbitrary, are based on many years' experience*. Finally, for collector and local roads, these warranting conditions are analyzed together with additional factors such as pedestrian traffic, location of commercial buildings, schools, residential areas, and so on.

---

* Geometric Design Manual, Roads & Transportation Association of Canada, Ottawa, 1976

The result of this analysis is an optimal lighting design providing the required level of visibility for traffic safety. Alternative light sources, pole heights and pole spacing can then be considered to find the most efficient system for achieving the required lighting design levels.

2- Selecting an Energy Efficient System

Obviously the amount of electrical energy consumed by the light source selected, and efficiency in converting energy into illumination, is of prime importance. Yet other aspects of the lighting system also affect the amount of illumination made available - the light distribution characteristics of the luminaire, or light fixture, the height at which the lamp is mounted, its position and spacing, and the reflectance characteristics of the pavement.

This last item, road surface reflectance or luminance, can mean energy savings through the use of brightening agents to improve the reflective quality of pavement. In urban areas, however, factors like street parking and fallen leaves generally make surface reflectance too unpredictable to include in the calculation.

Alternative lighting systems - the options

Table 1 shows the overall advantages of sodium lighting, in terms of efficiency and lamp life. It also indicates that trade-offs may be called for in terms of colour quality.

Incandescent street lighting is still very common in many communities. It is the least energy efficient of all available light sources and is no longer considered an economical alternative for new street lighting systems due to high levels of energy consumption and high maintenance costs.

Although more efficient than the incandescent, the fluorescent street light luminaire is also uneconomic for new systems. The luminaires, or fixtures, are large, long and heavy which creates high installation, maintenance and storage inventory costs. The light source is also long, making light output difficult to control.

Mercury vapour streetlights became increasingly popular in the 50's because of their long lamp life and promise of lower maintenance costs in comparison with incandescent systems.

Metal halide luminaires are used primarily for floodlighting playfields and other such areas. They offer high efficiency and excellent colour rendition, but are not commonly used for street lights because of their lower life expectancy when compared with mercury vapour sources.

Low pressure sodium (LPS) is the most energy efficient of all lamp options. Poor colour quality, however, may make low pressure sodium systems unacceptable for some applications (e.g. downtown commercial/ pedestrian developments.) LPS is a monochromatic source of orange colour, and illuminated colours tend to appear as shades of grey.

TABLE 1
Light Source Characteristics

lamp type	efficiency[1] lm/W	lamp life[2] hours	colour quality
incandescent	15-20	2500	very good
fluorescent	40-60	9000-20000	good
clear mercury	40-50	24000	poor
colour corr. mercury	40-50	24000	fair
metal halide	65-90	7500-15000	good
low pressure sodium	90-160	18000	very poor
high pressure sodium	60-110	24000	fair

Source: Ontario Hydro

1 Wattage of ballast included.
2 Life length is based on 50% mortality, 10 hours per start.

In addition the LPS lamp, like the fluorescent, is large, and utilizing light output efficiently is difficult. Light spillage can therefore be a problem. A look at the total system in fact suggests that the efficiency of LPS and HPS units are similar.

Where colour differentiation is not important, or where light spillage is less critical, LPS lighting systems are an attractive option: they are exceptionally efficient; and they are the only light source which maintains a relatively constant lumen output over the life of the lamp.

High pressure sodium street lights (HPS) provide the best all-round source for street lighting: although rated slightly less efficient than LPS in converting energy to light, they give acceptable colour rendition and as "point sources" provide light which can be precisely controlled. They are also long-lived, with a lamp life equivalent to mercury vapour, and this means low maintenance and inventory costs. Finally, they are considered aesthetically pleasing, lending themselves to normal and decorative styling.

Because of the brightness of the HPS, lamp glare can sometimes be a problem. In most cases, this can be alleviated by mounting luminaires at the proper height.

Like all light sources, HPS lamps are not as efficient at smaller wattages. Thus, although HPS does produce four to five times as much light as incandescent for each unit of energy consumed, this ratio holds true only for larger units.

Some municipalities have attempted to avoid small units by installing higher wattage lamps and fewer poles. Care must be taken to avoid light pollution problems, however, and to ensure that design criteria are met.

3- A Test Case

One recent demonstration project provides interesting data on the comparative advantages of various lighting systems - comparing low and high pressure sodium with incandescent and fluorescent sources in selected communities. Undertaken by Ontario Hydro and the Ontario Ministry of Transportation and Communications, the project was designed to examine whether upgrading existing (and inefficient) lighting systems is economically justified, and if these changes are acceptable to the public.

Two Ontario cities, Belleville and Woodstock, participated in the project. In Woodstock, one collector and two residential streets were selected, all of which were lit with incandescent lighting. Original lighting for the four residential streets in Belleville was fluorescent.

In all cases the changeovers were based on certain assumptions:

- light output with the replacement equipment would meet old equipment performance, but would not exceed recommended values for the particular roadway classification;
- no poles or bracket arms would be changed, and the mounting height (and spacing) would remain the same;
- all new luminaires would be fitted with individual photocells.

In summing up its findings, Ontario Hydro concluded that life-cycle cost analysis does not warrant a changeover in Belleville (from fluorescent) yet more than justifies a complete changeover to high pressure sodium in Woodstock (from incandescent). In addition, it became apparent that performance of the new vertical-burning units did not significantly increase the levels of average illuminance. A similar project in Etobicoke, however, indicated that a horizontal burning unit of the same wattage will produce approximately twice the average illuminance of a vertical-burning unit* but with increased uniformity levels.

Project findings were particularly revealing in terms of efficiency, cost effectiveness and public acceptability.

---

* Replacing Incandescent Lamps with Energy-Saving Lamp/Luminaire Systems in Residential Street Lighting - A Case Study, C. Blamey, System Research and Development Division, Ontario Ministry of Transportation and Communications, Downsview, Ontario.

TABLE 2

Energy Savings From Changes To Street Lighting In Belleville and Woodstock

	Old Lighting	New Lighting	Energy Savings	Increase in Average Foot Candles	Change in Uniformity
Fluorescent (Belleville)					
Linton Park	2 x 60 W	70 W HPS (vertical)	45%	.22 - .23*	6:1 - 4:1
Lambert	"	55 W LPS	50%	.20 - .33	5:1 - 3:1
Keller E.	"	100 W HPS (horizontal)	25%	.29 - .88*	6:1 - 9:1
Keller W.	"	90 W LPS	25%	.21 - .48	9:1 - 10.1
Incandescent (Woodstock)					
Springbank	500 W	100 W HPS (horizontal)	74%	.21 - .76*	2:1 - 3:1
Vanier Nesbitt	300 W	70 W HPS (vertical)	68%	.08 - .17*	11:1 - 4:1
Bay	300 W	70 W HPS (conversion kit)	68%	.11 - .15*	6:1 - 3:1

Source: Energy Conservation Demonstration Street Lighting Projects, Woodstock and Belleville, Ontario Hydro, Toronto 1978.

* Initially. The values of illuminance for HPS units decline over time.

Efficiency

Results from both Belleville and Woodstock show that average illuminance values can be increased by changing to sodium sources, with energy savings from 25 to 74%. See Table 2.

Cost effectiveness

Although conversion to sodium sources is unquestionably energy-conserving, economics alone will not justify such conversion in every case. On the plus side are substantial savings in energy costs and maintenance - on the average, sodium lamps require replacement every four years, compared to every six months for incandescent lamps and every two years for fluorescent lamps.

A secondary and potentially valuable advantage is the reduction in inventory space involved, and the savings in salaries from a reduced maintenance schedule.

On the other hand, a significant capital outlay can be involved, depending on existing lighting systems. A 10-year life-cycle cost analysis* of the conversions carried out in Belleville and Woodstock illustrates some of the variables. In Belleville, a comparison of fluorescent, 70W HPS and 55W LPS revealed that discounted costs for the new luminaires were $65,000 higher than for the original fluorescent over a 10-year life cycle ($90/unit).

In Woodstock, keeping the original incandescent system proved to be significantly more expensive over a 10-year life cycle than replacement with the new retrofit HPS units. Use of an HPS conversion kit, which retains the original housing, reduced costs by an additional $60,000 because of the lower capital outlay. On the Woodstock collector road savings with HPS units were even more striking: $10,000 in present day dollars ($180/unit) for only 56 units.

This analysis changes as electricity costs rise.

For each municipality, then, the kind of street lighting already installed is a major factor in deciding whether to introduce a conversion program. There are other considerations, however. Are existing poles well-positioned, or is new spacing required? Are new poles or brackets necessary? Can a conversion kit be used to adapt the incandescent or mercury vapour luminaire for an HPS lamp? All of these factors will influence the equation.

Among its options the municipality can choose to convert sections of its existing system or adopt a replacement policy, installing more efficient units as old lamps or luminaires fail. Where lamps or luminaires removed in a conversion program are still serviceable, they can be used to replace failed units in other areas.

Public acceptability

What did people think of their new street lighting? Results from Ontario Hydro's attitude survey were unanimously favourable to the new light sources. Most residents interviewed felt that all the original street lights were satisfactory, and in both communities rated the 100W HPS replacement lights equal to or better than those they replaced. LPS lamps were also satisfactory, perhaps because they so closely resembled the original fluorescent lamps in shape. The 70W HPS units got mixed reviews, however: reported satisfaction ranged from 92.1% in Woodstock (where they replaced incandescent) to 61.6% for the same lamps in Belleville (where they replaced fluorescent). Most new street lights are seen as making streets somewhat more narrow. With the exception of 100W HPS they were also thought to make streets slightly less safe.

Another survey was carried out after new 100W HPS street lighting was installed in the test streets in Etobicoke. Results indicate that residents were extremely pleased with their new lights.

---

* This calculation assumed the following:

- capital outlay amortized over ten years at an interest rate of 10% per year.
- labour and materials costs for group and spot relamping increased by 8% per year.
- labour and materials costs increased by 40% to cover overhead charges.
- electricity charges increased by 8% per year.
- 4,300 lamp burning hours per year.
- annual total costs discounted to present value using a discount rate of 10%.

Approximately 85% stated that the new lighting was bright enough, compared to only 36% for the original incandescent. Only 1% considered the new lights too bright and the yellow hue was thought to be exceptionally easy on the eyes.

When it came to traffic safety, only 12% of respondents felt that it was difficult for drivers to see pedestrians at night with the new lights. This rose to 66% among residents in a control group drawn from incandescent-lit areas.

As for crime reduction, feelings of security did not change with the increase in illumination. However, in the control group, where there was no change in the lighting, there was a marked decrease in respondents' feelings of security once the new system had been installed in other parts of the city.

Only 100W HPS units were installed in Etobicoke. Results from the two projects seem to indicate that the public attitude to 100W HPS units is highly favourable whereas reaction to the smaller units is mixed, particularly when they replace fluorescent lights.

4- Other Factors

Safety

Proper illumination can have a significant effect on traffic safety. When the City of Toronto converted expressway lights on the William Allen Expressway from fluorescent to low pressure sodium in 1968, the result was a 35% reduction in night-time accidents on that same stretch of expressway over the next eighteen months. The two Ontario studies clearly show that a switch to sodium lamps increases average illumination levels, by as much as 300%. Where existing illumination levels require upgrading, therefore, sodium units offer an opportunity to improve lighting levels while reducing power costs.

The converse is that attempts to reduce energy consumption by reducing illumination levels could lead to decreased safety - a higher accident rate, vandalism and increased crime. Consequently any move to reduce lighting levels for conservation purposes should be weighed carefully. One experiment in Europe showed that a 30% increase in freeway accidents and an 11% increase in urban accidents occurred when illumination was removed.

Turning off every other light along a stretch of road is another alternative that is occasionally considered. This, however, would create a hardship for a driver passing through a continuous series of light and dark zones.

It can be claimed that reducing lighting levels much below design criteria is virtually the same as removing all lighting. The small amount of illumination which remains is not sufficient for safety purposes, and may give drivers a false sense of security. In fact, although energy is saved, the amount consumed is wasted since it does not provide the safety level required.

Appropriate lighting design

When sodium units are considered for outdoor lighting care must be taken to incorporate the advantages this technology offers, particularly when traffic-related criteria do not apply. A study of shopping centres in the Waterloo area of Ontario showed that of the three malls lit by HPS, only one was designed to take advantage of its efficiency: energy consumption figures were low and there were no problems of glare or excessive illumination. The other two malls used more energy than similar malls with mercury installations - the greater efficiency of HPS appeared as unnecessarily high lighting levels with accompanying problems of glare and light pollution.

5- In Conclusion

- All new street lighting installations should use the most efficient light source available (i.e. either low or high pressure sodium) to meet requirements.
- Municipalities with incandescent street lighting should consider converting their system to high pressure sodium units immediately.
- Where the existing system is mainly fluorescent municipalities should examine carefully the present and future cost effectiveness of converting to or spot replacement with a sodium lighting system.

Sources

Energy Conservation Demonstration Street Lighting Project, Woodstock and Belleville, Ontario Hydro, Toronto, 1978.

C. Blamey, Replacing Incandescent Lamps with Energy-Saving Lamp/Luminaire Systems in Residential Street Lighting - A Case Study, Ontario Ministry of Transportation and Communications, Downsview, Ontario.

Geometric Design Manual, Roads and Transportation Association of Canada, Ottawa, 1976.

E.J. Farkas, F.M. Cadeau, R.M. Krosse, M.J. Vink, "High Pressure Sodium Outdoor Lighting, Pitfalls Along The Way", Civic Public Works 10-13 (January 1980).

J.F. Finn, "Energy efficient lighting - a management guide", Lighting Design and Application 7 (9), 18-20 (September 1977).

A. Ketvirtis, P.J. Cooper, "Highway Lighting Design for Improved Safety and Reduced Energy Consumption", RTAC Forum, Ottawa, Summer 1977.

APPENDIX

Steps To Take In Reviewing Your Street Lighting System*

1. Examine the street lighting record.

2. Determine:
   what % incandescent - _____ kw
   what % mercury vapour - _____ kw
   what % flourescent - _____ kw
   Total Load - _____ kw

3. List various wattages of each lamp and beside it the equivalent retrofit lamp of equal (or more) lumen output.

   Attached is a form you might want to use.

   When you have completed the form, subtract column "J" from "E" for HPS kw savings or column "O" from "E" for LPS kw savings. Total them for each lamp type and compute the load and kwh reduction, multiply by the cost per kwh, and you will have the $ saving.

4. Contact your major lamp and luminaire representatives for free analyses of your system. Major Canadian suppliers of sodium systems are Canadian General Electric Company Ltd., Sylvania, Westinghouse Canada Limited and Philips Electronics Limited. Representatives from provincial utilities can also help you if requested.

5. Another avenue would be to write to your provincial department responsible for Transportation.

* Adapted with the permission of Ontario Hydro.

Street Lighting-Energy Potential For Your Municipality

INCANDESCENT						RETROFIT LAMPS									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
LAMP WATTS	BALLAST WATTS	TOTAL WATTS	EOF UNITS INSTALLED	kW LOAD	INITIAL LUMEN OUTPUT	HPS LAMP WATTS	BALLAST WATTS	TOTAL WATTS	kW LOAD	INITIAL LUMEN OUTPUT	LPS LAMP WATTS	BALLAST WATTS	TOTAL WATTS	kW LOAD	INITIAL LUMEN OUTPUT
TOTAL INCANDESCENT						TOTAL HPS					TOTAL LPS				

MERCURY VAPOUR						RETROFIT LAMPS									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
LAMP WATTS	BALLAST WATTS	TOTAL WATTS	EOF UNITS INSTALLED	kW LOAD	INITIAL LUMEN OUTPUT	HPS LAMP WATTS	BALLAST WATTS	TOTAL WATTS	kW LOAD	INITIAL LUMEN OUTPUT	LPS LAMP WATTS	BALLAST WATTS	TOTAL WATTS	kW LOAD	INITIAL LUMEN OUTPUT
TOTAL MERCURY VAPOUR						TOTAL HPS					TOTAL LPS				

FLUORESCENT						RETROFIT LAMPS									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
LAMP WATTS	BALLAST WATTS	TOTAL WATTS	EOF UNITS INSTALLED	kW LOAD	INITIAL LUMEN OUTPUT	HPS LAMP WATTS	BALLAST WATTS	TOTAL WATTS	kW LOAD	INITIAL LUMEN OUTPUT	LPS LAMP WATTS	BALLAST WATTS	TOTAL WATTS	kW LOAD	INITIAL LUMEN OUTPUT
TOTAL FLUORESCENT						TOTAL HPS					TOTAL LPS				

Remember Multiply kW reduction by 4300 hours to get your energy savings.

énerSage

Pour les municipalités

Énergie, Mines et Ressources Canada

Energy, Mines and Resources Canada

7

énerSage
Pour les municipalités

Les économies d'énergie dans l'éclairage public

Table des matières

Introduction	1
1 L'évaluation des besoins en éclairage	1
2 Le choix d'un éclairage à rendement énergétique élevé	2
Différents systèmes d'éclairage	2
3 Un cas type	4
Efficacité	4
Rentabilité	4
Acceptation par le public	6
4 D'autres facteurs	7
Sécurité	7
Conception appropriée de l'éclairage	7
5 Conclusion	7
Bibliographie	8
Annexe	9
Étapes de l'étude des installations d'éclairage public	10

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec le ministère de l'Énergie de votre gouvernement provincial ou avec le ministère fédéral de l'Énergie, Mines et Ressources, Ottawa.

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1982
N° de cat. M22-68/1982-7F
ISBN O-662-91599-2
ISBN 0-662-91592-5 (série)

Les économies d'énergie dans l'éclairage public

Introduction

Au fur et à mesure que le coût de l'électricité augmente, l'éclairage public absorbe une proportion croissante des budgets municipaux. Des progrès techniques récents ont entraîné la mise au point de lampes au sodium, qui peuvent réduire de moitié les besoins en énergie, tout en améliorant les niveaux d'éclairage. Néanmoins, l'éclairage public de la majorité des municipalités est inefficace, démodé et d'entretien coûteux.

L'accroissement du rendement énergétique de l'éclairage public entraîne des économies d'argent directement proportionnelles à la réduction de la charge électrique; ces économies peuvent donc être considérables. Selon les chiffres de 1978, l'Hydro-Ontario estime que le remplacement, en Ontario, de l'éclairage public actuel par un éclairage au sodium réduirait de plus de 60 % par année l'utilisation de la charge connectée et de l'électricité par ces installations.

Il est évident que l'éclairage au sodium constitue maintenant, pour les municipalités, une bonne solution de remplacement des autres types d'éclairage public. De même il pourrait être adopté dans les autres types d'éclairage extérieur, comme l'illumination par projecteur des immeubles, des aires de stationnement et des terrains de sport et de récréation.

Toutefois, comme cela se produit souvent pour les nouvelles techniques, des questions portant sur le rendement réel et la convenance de ce type d'éclairage demeurent toujours sans réponse. Les municipalités intéressées doivent envisager d'autres considérations importantes comme la sûreté de ce type d'éclairage, sa fiabilité technique et son acceptation par le public. D'ailleurs, l'évaluation de la rentabilité des installations d'éclairage au sodium les oblige à calculer les économies en matière d'électricité et d'entretien, par rapport aux coûts d'installation plus élevés, particulièrement lorsqu'il s'agit de remplacer des lampes encore utilisables.

De l'avis général, les lampes au sodium constituent le moyen d'éclairage le plus efficace à l'heure actuelle et, dans le cas de nouvelles installations, il n'existe pas de solution plus économique. Toutefois, s'il s'agit de décider de changer ou non l'éclairage existant, seule une étude approfondie du système utilisé dans la municipalité peut révéler si le changement sera rentable.

La présente section identifie les facteurs à envisager lors d'une telle étude, traite des divers types d'éclairages et résume leur efficacité relative.

1 – L'évaluation des besoins en éclairage

Il importe de ne pas oublier que l'éclairage public existe pour des raisons fondamentales, soit faciliter l'écoulement du trafic et prévenir les accidents, la criminalité et le vandalisme. La visibilité déterminera donc les critères de conception ou de remplacement de l'éclairage public. L'esthétique peut également entrer en ligne de compte.

Il convient donc d'examiner un certain nombre de facteurs afin de déterminer les niveaux de visibilité requis. Tout d'abord, le type de route à éclairer dicte certains minimums d'éclairage, de reflets et d'uniformité, appelés critères conceptuels de calcul photométrique. Ensuite, il faut évaluer les répercussions des diverses caractéristiques de la route et de la circulation. Ces facteurs sont appelés conditions nécessaires et comprennent l'emplacement de la route, le volume de la circulation, la vitesse et la capacité permises, le degré d'entretien, le nombre d'accidents de la route, la forme de la route et toutes les conditions anormales comme le brouillard persistant. Pour faciliter la prise de décisions, ces conditions sont accompagnées de chiffres précis qui, bien qu'arbitraires, se fondent sur de nombreuses années d'expérience*. Enfin, dans le cas des voies de desserte et des routes locales, l'analyse de ces conditions nécessaires comporte également celle des éléments supplémentaires tels que la

*"Geometric Design Manual", Association des routes et transports du Canada, Ottawa, 1976.

circulation piétonnière et l'emplacement des immeubles commerciaux, des écoles, des zones résidentielles, et ainsi de suite.

À partir de cette analyse, il est possible d'élaborer une conception d'éclairage optimal qui offrira le niveau de visibilité requis pour la sécurité du trafic. Les autres types d'éclairage ainsi que la hauteur des poteaux et leur espacement sont alors autant de facteurs à envisager pour trouver le système le plus efficace permettant d'obtenir les niveaux d'éclairage requis.

2 – Le choix d'un éclairage à rendement énergétique élevé

Il est évident que la quantité d'électricité consommée par le type d'éclairage choisi et le rendement de la conversion de l'énergie en lumière sont d'une importance primordiale. Néanmoins, d'autres éléments peuvent également influencer l'éclairement lumineux, notamment les caractéristiques de distribution de lumière du luminaire, ou appareil d'éclairage, la hauteur de la lampe, l'emplacement et l'espacement des poteaux et le facteur de réflexion de la chaussée.

Ce dernier élément, la réflexion ou luminance de la chaussée, peut faire économiser l'énergie lorsqu'elle est augmentée par l'utilisation d'agents de luminosité. Dans les zones urbaines, toutefois, des éléments tels que les voitures en stationnement et les feuilles mortes rendent généralement le niveau de luminance de la chaussée trop imprévisible pour être inclus dans les calculs.

Différents systèmes d'éclairage

Le tableau 1 présente les avantages généraux de l'éclairage au sodium, du double point de vue de l'efficacité et de la durabilité des lampes. Il indique également que certains compromis doivent toutefois être faits quant à la qualité de la couleur.

L'éclairage à incandescence existe encore dans un grand nombre d'agglomérations. Ce type d'éclairage a le plus faible rendement énergétique; il n'est plus considéré comme une solution économique pour les nouvelles installations d'éclairage public en raison de sa consommation élevée d'énergie et de ses coûts d'entretien élevés.

Bien qu'il soit plus efficace que les lampes à incandescence, *l'éclairage fluorescent* n'est également pas rentable pour les nouvelles installations. Les luminaires, ou appareils d'éclairage, étant imposants, longs et lourds entraînent des coûts élevés d'installation, d'entretien et d'entreposage. Vu la forme allongée de la source de lumière, le flux lumineux est difficile à contrôler.

Les *lampes à vapeur de mercure* ont fait l'objet d'une utilisation croissante durant les années 50 en raison de leur longue durée et de la promesse ultérieure de leurs faibles coûts d'entretien par rapport aux lampes à incandescence.

Les *lampes à halogénures* servent surtout à l'éclairage par projection des terrains de sports et autres endroits du même type. Elles ont une efficacité lumineuse élevée et une excellente qualité de la couleur, mais elles ne sont habituellement pas employées pour éclairer les rues en raison de leur courte durée par rapport aux lampes à vapeur de mercure.

Bien qu'elles soient les plus efficaces, du point de vue de l'énergie, les *lampes au sodium à basse pression* (S.B.P.) sont inacceptables dans certains cas, notamment pour les zones commerçantes et piétonnes des centres-villes, en raison de la médiocre qualité de la couleur. Le S.B.P. est une source monochromatique de lumière orange, et les surfaces ainsi éclairées ont tendance à prendre des teintes de gris.

De plus, comme dans le cas des lampes fluorescentes, la grande dimension de ce type de lampe rend difficile le contrôle efficace du flux lumineux. Par conséquent, la lumière diffuse peut constituer un problème. Une étude sommaire de l'ensemble du système révèle en fait que l'efficacité du S.B.P. et celle du sodium à haute pression S.H.P. se valent.

Lorsque la différenciation des couleurs n'est pas importante ou que la lumière diffuse constitue une question moins critique, l'éclairage au S.B.P. se révèle un bon choix: exceptionnellement efficace, il demeure la seule source de lumière qui maintienne un flux lumineux relativement constant pendant toute la durée de la lampe.

Tableau 1

Caractéristiques des divers types d'éclairage

Type de lampe	Efficacité* lm/W	Durabilité** heures	Qualité de la couleur
À incandescence	15 – 20	2 500	Très bonne
Fluorescente	40 – 60	9 000 20 000	Bonne
À mercure, claire	40 – 50	24 000	Faible
À mercure, colorée à lumière corrigée	40 – 50	24 000	Adéquate
À halogénures	65 – 90	7 500 15 000	Bonne
Au sodium à basse pression	90 – 160	18 000	Très faible
Au sodium à haute pression	60 – 110	24 000	Adéquate

Source: Hydro-Ontario

*Y compris la puissance du ballast.

**La durabilité est fondée sur un taux de défaillance de 50%, en supposant que la lampe, chaque fois qu'elle est allumée, fonctionnera dix heures.

Les *lampes au sodium à haute pression* constituent la meilleure source d'éclairage public: bien que leur efficacité lumineuse soit inférieure à celle de l'éclairage au S.B.P., le rendu des couleurs est satisfaisant et elles fournissent un éclairage que l'on peut contrôler avec précision. De plus, elles durent très longtemps, comme les lampes à vapeur de mercure, ce qui signifie de faibles coûts d'entretien et d'entreposage. Enfin, elles sont esthétiques, et se prêtent aux usages normaux et décoratifs.

La lumière vive offerte par ce type de lampe peut causer de l'éblouissement qui, bien que parfois un problème, peut être atténué si l'on installe les luminaires à une hauteur convenable.

Comme toutes les sources de lumière, l'efficacité des lampes au S.H.P. diminue avec leur puissance. Par conséquent, bien que ces lampes produisent de quatre à cinq fois plus de lumière, par unité d'énergie consommée, que les lampes à incandescence, ce rapport n'est vrai que dans le cas des lampes à puissance élevée.

Certaines municipalités ont tenté d'éviter l'utilisation de lampes de faible puissance en installant des lampes plus puissantes et en réduisant le nombre de poteaux. Toutefois, il faut tâcher d'éviter les problèmes causés par un surcroît de lumière et s'assurer que les critères de conception sont respectés.

3 – Un cas type

Un récent projet de démonstration a fourni des données intéressantes sur les avantages des divers types d'éclairage (au sodium à basse et à haute pressions, incandescent et fluorescent) dans quelques agglomérations. Le projet, réalisé par l'Hydro-Ontario et le ministère ontarien des Transports et des Communications, avait pour but d'étudier si l'amélioration des réseaux d'éclairage existants (et inefficaces) était justifiée du point de vue économique et si ces changements étaient acceptables pour le grand public.

Deux villes de l'Ontario, soit Belleville et Woodstock, ont participé au projet. À Woodstock, deux rues situées dans des quartiers résidentiels et une voie de desserte ont été choisies; elles étaient éclairées au moyen de lampes à incandescence. À Belleville, par contre, les quatre rues résidentielles avaient un éclairage fluorescent.

Dans tous les cas, les changements se basaient sur certaines hypothèses:

- l'efficacité lumineuse du nouveau matériel correspondrait aux performances de l'ancien, mais ne dépasserait pas les normes recommandées pour le type particulier de route;
- les poteaux et consoles ne seraient pas remplacés; par conséquent, la hauteur et l'espacement demeureraient les mêmes; et
- tous les nouveaux luminaires seraient munis de cellules photo-électriques individuelles.

Le bilan des conclusions de l'Hydro-Ontario révèle que l'analyse des coûts et de la durée utile ne justifie pas un changement à Belleville (éclairage fluorescent), mais justifie amplement la substitution des lampes au S.H.P. aux lampes à incandescence utilisées à Woodstock. De plus, l'étude a permis de conclure que les nouveaux luminaires verticaux n'augmentent pas considérablement le niveau moyen d'éclairement. Toutefois, un projet semblable réalisé à Etobicoke a indiqué que les luminaires horizontaux de même puissance produisent environ deux fois plus de lumière que les luminaires verticaux,* mais avec une meilleure uniformité

Les conclusions du projet étaient particulièrement révélatrices quant à l'efficacité, la rentabilité et à l'acceptation par le public.

Efficacité

Les résultats recueillis à Belleville et à Woodstock montrent que la substitution aux lampes au sodium permet d'augmenter le niveau d'éclairement et résulte en des économies d'énergie de 25 à 74 % (tabl. 2).

Rentabilité

Bien que l'adoption de l'éclairage au sodium soit une mesure incontestable d'économies d'énergie, les seules questions économiques ne la justifient pas dans tous les cas. Son aspect positif est l'importante réduction de la facture d'énergie et d'entretien; en moyenne, les lampes au sodium doivent être remplacées tous les quatre ans, au lieu de tous les six mois, pour les lampes à incandescence, et de tous les deux ans, pour les lampes fluorescentes.

À cela s'ajoute un avantage secondaire, éventuellement appréciable, soit la réduction de l'espace d'entreposage, et les économies sur le plan des salaires en raison du calendrier d'entretien moins chargé.

Par contre, son installation peut exiger de lourds investissements, selon le type de système en place.

---

*"Replacing Incandescent Lamps with Energy-Saving Lamp/Luminaire Systems in Residential Street Lighting – A Case Study", C. Blamey, System Research and Development Division, ministère des Transports et des Communications de l'Ontario, Downsview (Ont.).

Tableau 2

Économies d'énergie dues aux changements apportés à l'éclairage public à Belleville et à Woodstock

	Ancien éclairage	Nouvel éclairage	Économies d'énergie	Augmentation du nombre moyen de pieds^2 bougies	Changement d'uniformité lumens
Fluorescent (Belleville)					
Linton Part	2 x 60 W	70 W S.H.P. (vertical)	45 %	0,22 – 0,23*	6:1 – 4:1
Lambert	2 x 60 W	55 W S.B.P.	50 %	0,20 – 0,33	5:1 – 9:1
Keller-E	2 x 60 W	100 W S.H.P. (horizontal)	25 %	0,29 – 0,88*	6:1 – 9:1
Keller-O	2 x 60 W	90 W S.B.P.	25 %	0,21 – 0,48	9:1 – 10:1
À incandescence (Woodstock)					
Springbank	500 W	100 W S.H.P. (horizontal)	74 %	0,21 – 0,76*	2:1 – 3:1
Vanier Nesbitt	300 W	70 W S.H.P. (vertical)	68 %	0,08 – 0,17*	11:1 – 4:1
Bay	300 W	70 W S.H.P. (matériel de remplacement)	68 %	0,11 – 0,15*	6:1 – 3:1

Source: *"Energy Conservation Demonstration Street Lighting Projects, Woodstock and Belleville"*, Hydro-Ontario, Toronto 1978.

*Initialement. L'éclairement des lampes au S.H.P. baisse avec le temps.

Une analyse des coûts*, échelonée au cours de la durée utile de dix ans du remplacement effectué à Belleville et à Woodstock, met en relief certaines variables. À Belleville, la comparaison de l'éclairage fluorescent, de celui au S.H.P. (70 W) et de celui au S.B.P. (55 W) a révélé que le coût actualisé des nouveaux luminaires se chiffrait à 65 000 $ de plus que celui de l'éclairage fluorescent d'origine, sur une durée de dix ans (90 $/lampe).

À Woodstock par contre, les lampes à incandescence se sont révélées considérablement plus coûteuses, sur une période de dix ans, que les nouvelles lampes au S.H.P. améliorées. L'emploi d'une lampe de remplacement au S.H.P., encastrée dans l'armature existante, a permis une réduction additionnelle des coûts de l'ordre de 60 000 $, en raison des investissements plus faibles. Sur la voie de desserte de Woodstock, les économies entraînées par l'éclairage au S.H.P. étaient encore plus marquées soit 10 000 $, en dollars actuels, pour 56 lampes (180 $ lampe).

L'analyse des coûts change avec l'augmentation du prix de l'électricité.

Dans chaque municipalité donc, la décision concernant la mise en oeuvre d'un programme de remplacement dépendra du type d'éclairage public déjà utilisé. Il faut toutefois envisager d'autres éléments. L'emplacement des poteaux est-il approprié ou faut-il le modifier? De nouveaux poteaux ou de nouvelles consoles sont-ils nécessaires? Le matériel de remplacement permet-il d'adapter des lampes au S.H.P. aux luminaires à incandescence ou à vapeur de mercure? En effet, tous ces facteurs entrent en ligne de compte.

---

*Pour ce calcul, on suppose que:

- l'investissement est amorti sur une période de dix ans, selon un taux d'intérêt de 10 % par année,
- les coûts de la main-d'oeuvre et des matériaux pour le remplacement complet et partiel augmentent de 8 % par année,
- les coûts de la main-d'oeuvre et des matériaux ont augmenté de 40 %, pour couvrir les frais généraux,
- le coût de l'électricité a augmenté de 8 % par année,
- les lampes seront allumées 4 300 h par année, et
- les coûts annuels totaux sont réduits à une valeur actuelle, selon un taux de 10 %.

Les municipalités ont le choix entre le remplacement partiel de l'éclairage existant et le remplacement progressif, c'est-à-dire l'installation de lampes plus efficaces au fur et à mesure que les anciennes grillent. Les lampes ou luminaires remplacés dans le cadre d'un tel programme, mais qui fonctionnent encore, peuvent toujours servir à remplacer les lampes défectueuses à d'autres endroits.

Acceptation par le public

Les résultats de l'étude effectuée par l'Hydro-Ontario sur l'opinion des gens quant à leur nouvel éclairage public sont tout à fait unanimes. Dans la majorité des cas, les gens interrogés étaient d'avis que l'ancien système était satisfaisant et, dans les deux agglomérations touchées, que le nouvel éclairage au S.H.P. de 100 W était équivalent ou supérieur à l'ancien. Les lampes au S.B.P. ont également été jugées satisfaisantes, sans doute parce qu'elles ressemblaient énormément aux anciennes lampes fluorescentes. Toutefois, les opinions sont partagées quant aux lampes au S.H.P. de 70 W; en effet, le degré de satisfaction a varié entre 92,1 % à Woodstock (où elles ont remplacé des lampes à incandescence) et 61,6 % à Belleville (où elles ont remplacé l'éclairage fluorescent). Selon certains, les nouvelles lampes rendraient les rues plus étroites et, à l'exception de celles au S.H.P. de 100 W, un peu moins sûres.

À Etobicoke, par contre, une étude menée à la suite de l'installation de nouvelles lampes au S.H.P. de 100 W révèle que cet éclairage a reçu l'approbation générale.

Environ 85 % des gens interrogés ont déclaré que la lumière diffusée était suffisante, alors que les lampes à incandescence utilisées auparavant ne recevaient que 36 % des voix sur ce point. Seulement 1 % des gens considèrent que les nouvelles lampes éclairent trop, et leur teinte jaune est jugée exceptionnellement reposante pour les yeux.

Interrogés sur la sécurité, seulement 12 % des gens ont dit éprouver des difficultés à voir les piétons la nuit avec ce nouvel éclairage, ce pourcentage s'élevant à 66 % parmi en groupe de résidents dans des secteurs équipés de lampes à incandescence.

Toutefois, l'éclairement accru n'a pas modifié les sentiments de sécurité quant à la diminution de la criminalité. Toutefois, les gens qui demeurent dans des quartiers où l'éclairage n'a pas été changé ont déclaré qu'ils se sentaient moins en sécurité depuis que le nouveau système avait été installé dans les autres quartiers.

À Etobicoke, on a installé uniquement des lampes au S.H.P. de 100 W. Les études menées dans le cadre des deux projets semblent révéler que l'opinion publique à l'égard de ces lampes est très favorable. Par contre, les réactions face aux lampes moins puissantes seraient partagées, plus particulièrement lorsque ces lampes remplacent l'éclairage fluorescent.

4 – D'autres facteurs

Sécurité

Un bon éclairage a d'importantes répercussions sur la sécurité routière. Lorsque la ville de Toronto a remplacé l'éclairage fluorescent de la voie rapide William Allen par des lampes au S.B.P. en 1968, le nombre d'accidents survenant la nuit, sur cette même portion de la voie rapide, a diminué de 35 % au cours des 18 mois suivants. Les deux études menées en Ontario démontrent clairement que l'adoption de l'éclairage au sodium augmente de 300 % les niveaux moyens d'éclairement. Ainsi, lorsque le niveau d'éclairement doit être accru, les lampes au sodium offrent des possibilités d'amélioration, tout en permettant de réduire les coûts.

Inversement, les efforts déployés en vue d'abaisser la consommation d'énergie en réduisant les niveaux d'éclairement peuvent nuire à la sécurité, c'est-à-dire hausser le taux d'accidents, d'actes de vandalisme et de criminalité. Par conséquent, toute diminution du niveau d'éclairement, à des fins d'économie, doit être envisagée avec un soin extrême. En Europe, une expérience a démontré que la suppression de l'éclairage avait fait augmenter le nombre d'accidents de 30 % sur les voies rapides et de 11 % dans les villes.

Il existe une autre solution, celle de n'allumer qu'une lampe sur deux. Toutefois, cette mesure peut causer certaines difficultés aux conducteurs qui doivent alors constamment passer d'une zone éclairée à une zone sombre.

On peut donc soutenir que la réduction des niveaux d'éclairement bien en deçà des critères de conception correspond presque à la suppression de tout éclairage. La petite quantité de lumière qui reste n'est pas assez sûre et peut donner aux automobilistes une fausse impression de sécurité. En fait, malgré les économies d'énergie réalisées, la petite quantité d'énergie réellement consommée s'en trouve gaspillée, car elle ne procure pas les niveaux de sécurité requis.

Conception appropriée de l'éclairage

Lorsque des lampes au sodium sont envisagées pour l'éclairage extérieur et surtout lorsque les critères de circulation ne rentrent pas en ligne de compte, il faut faire en sorte d'utiliser tous les avantages offerts par cette technique. Une étude portant sur des centres d'achat, dans la région de Waterloo (Ont.), a révélé qu'un seul des trois mails éclairés au S.H.P. était conçu pour profiter pleinement de l'efficacité de ce type d'éclairage: la consommation d'énergie était faible et il n'y avait aucun problème d'éblouissement ou d'éclairage excessif. Les deux autres mails utilisaient plus d'énergie que des bâtiments semblables munis de lampes au mercure; l'efficacité supérieure des lampes au S.H.P. engendrait un éclairage beaucoup trop élevé ainsi que des problèmes d'éblouissement et de nuisance par la lumière.

5 – Conclusion

- Tout nouvel éclairage public devrait utiliser la source d'éclairage la plus efficace lui permettant de répondre aux besoins, soit les lampes au sodium à basse ou à haute pression.
- Les municipalités dotées de lampes à incandescence devraient envisager de les remplacer immédiatement par des lampes au S.H.P.
- Si l'éclairage existant est surtout fluorescent, les municipalités devraient soigneusement étudier la rentabilité actuelle et future du remplacement total ou partiel des installations à l'éclairage au sodium.

Bibliographie

"Energy Conservation Demonstration Street Lighting Project, Woodstock and Belleville", Hydro-Ontario, Toronto, 1978.

Blamey, C., "Replacing Incandescent Lamps with Energy-Saving Lamp/Luminaire Systems in Residential Street Lighting – A Case Study" – ministère des Transports et des Communications de l'Ontario, Downsview (Ont.).

"Geometric Design Manual", Association des routes et transports du Canada, Ottawa, 1976.

Farkas, E.J., Cadeau, F.M., Drosse, R.M., et Vink, M.J., "High Pressure Sodium Outdoor Lighting, Pitfalls Along The Way", Civic Public Works 10-13 (janvier 1980)

Finn, J.F., "Energy efficient lighting – a management guide", Lighting Design and Application 7 (9), 18-20 (septembre 1977).

Ketvirtis, A., et Cooper, P.J., "Highway Lighting Design for Improved Safety and Reduced Energy Consumption", Forum de l'Association des routes et transports du Canada Ottawa, été 1977.

ANNEXE

Étapes de l'étude des installations d'éclairage public*

1. Étudier le dossier se rattachant à l'éclairage public.

2. Déterminer
   le pourcentage de lampes
   à incandescence – _____ kW
   celui des lampes à vapeur
   de mercure – _____ kW
   celui des lampes flluorescentes – _____ kW
   Charge totale – _____ kW

3. Inscrire la puissance de chaque lampe ainsi que le type de lampe améliorée à niveau d'éclairement équivalent (ou supérieur).

   Vous pouvez utiliser le formulaire ci-joint.

   Une fois le formulaire rempli, soustraire la colonne "J" de la colonne "E" pour obtenir le nombre de *kilowatts économisés grâce au S.H.P.*, ou la colonne "O" de la colonne "E" pour le nombre de *kilowatts économisés grâce au S.B.P.* Faire le total des économies pour chaque type de lampe, calculer les réductions de charge et de kilowatt-heure et multiplier par les coûts par kilowatt-heure pour obtenir les *économies en dollars*.

4. Adressez-vous à un vendeur de lampes et de luminaires pour obtenir une analyse gratuite de votre système. Les principaux fournisseurs canadiens de lampes au sodium sont: la Compagnie Générale Électrique de Canada Limitée, la Sylvania, la Westinghouse Canada Inc. et la Philips Electronics Limited. Les services publics provinciaux peuvent également vous aider au besoin.

5. Vous pouvez également écrire au ministère des Transports de votre province

*Adaptation autorisée par l'Hydro-Ontario.

ÉCLAIRAGE DES RUES, POTENTIEL D'ÉCONOMIES RÉALISABLE DANS VOTRE MUNICIPALITÉ

À INCANDESCENCE — **AMÉLIORATION DE L'ÉCLAIRAGE**

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
LAMPE (WATTS)	BALLAST (WATTS)	TOTAL (WATTS)	NOMBRE D'UNITÉS INSTALLÉES	CHARGE EN kW	INTENSITÉ INITIALE EN LUMENS	LAMPE SHP (WATTS)	BALLAST (WATTS)	TOTAL (WATTS)	CHARGE EN kW	INTENSITÉ INITIALE EN LUMENS	LAMPE SBP (WATTS)	BALLAST (WATTS)	TOTAL (WATTS)	CHARGE EN kW	INTENSITÉ INITIALE EN LUMENS

TOTAL, À INCANDESCENCE — **TOTAL SHP** — **TOTAL SBP**

À VAPEUR DE MERCURE — **AMÉLIORATION DE L'ÉCLAIRAGE**

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
LAMPE (WATTS)	BALLAST (WATTS)	TOTAL (WATTS)	NOMBRE D'UNITÉS INSTALLÉES	CHARGE EN kW	INTENSITÉ INITIALE EN LUMENS	LAMPE SHP (WATTS)	BALLAST (WATTS)	TOTAL (WATTS)	CHARGE EN kW	INTENSITÉ INITIALE EN LUMENS	LAMPE SBP (WATTS)	BALLAST (WATTS)	TOTAL (WATTS)	CHARGE EN kW	INTENSITÉ INITIALE EN LUMENS

TOTAL, À VAPEUR DE MERCURE — **TOTAL SHP** — **TOTAL SBP**

FLUORESCENT — **AMÉLIORATION DE L'ÉCLAIRAGE**

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
LAMPE (WATTS)	BALLAST (WATTS)	TOTAL (WATTS)	NOMBRE D'UNITÉS INSTALLÉES	CHARGE EN kW	INTENSITÉ INITIALE EN LUMENS	LAMPE SHP (WATTS)	BALLAST (WATTS)	TOTAL (WATTS)	CHARGE EN kW	INTENSITÉ INITIALE EN LUMENS	LAMPE SBP (WATTS)	BALLAST (WATTS)	TOTAL (WATTS)	CHARGE EN kW	INTENSITÉ INITIALE EN LUMENS

TOTAL, FLUORESCENT — **TOTAL SHP** — **TOTAL SBP**

À noter: multiplier la différence de kW par 4 300 pour obtenir le total de vos économies en énergie

*SHP: lampes au sodium à haute pression

*SBP: lampes au sodium à basse pression